

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10209500 A**

(43) Date of publication of application: **07.08.98**

(51) Int. Cl.

H01L 33/00

H01L 31/10

H01S 3/18

(21) Application number: **09028527**

(22) Date of filing: **27.01.97**

(71) Applicant: **TOYODA GOSEI CO LTD**

(72) Inventor: **KAMIMURA TOSHIYA
SHIBATA NAOKI
MURAKAMI MASANORI**

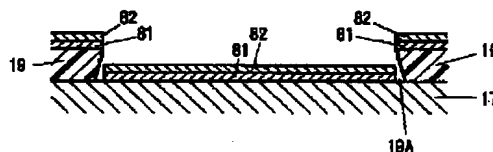
(54) DEVICE ELECTRODE AND MANUFACTURING METHOD THEREOF

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the electrode of a device in transmissivity.

SOLUTION: A first metal layer 81 of gold (Au) as thick as 15 μ m; and a second metal layer 82 of cobalt (Co) as thick as 60 μ m; are successively formed on a contact layer 17, and the contact layer 17 and the metal layers 81 and 82 are alloyed through a thermal treatment. By this setup, the metal layers 81 and 82 react partially with each other to be formed into a reticulate pattern composed of comparatively thick regions and comparatively thin region or null regions. In result, a current is diffused in a lateral direction in the comparatively thick regions, and the comparatively thin or null regions are improved in transmissivity, so that an electrode can be enhanced in transmissivity as a whole.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-209500

(43)公開日 平成10年(1998) 8月7日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 1 L 33/00

H 0 1 L 33/00

E

C

31/10

H 0 1 S 3/18

H 0 1 S 3/18

H 0 1 L 31/10

H

審査請求 未請求 請求項の数11 F D (全 8 頁)

(21)出願番号

特願平9-28527

(22)出願日

平成9年(1997) 1月27日

(71)出願人 000241463

豊田合成株式会社

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1
番地

(72)発明者 上村 俊也

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1
番地 豊田合成株式会社内

(72)発明者 柴田 直樹

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1
番地 豊田合成株式会社内

(72)発明者 村上 正紀

京都府綴喜郡田辺町薪長尾谷22-32

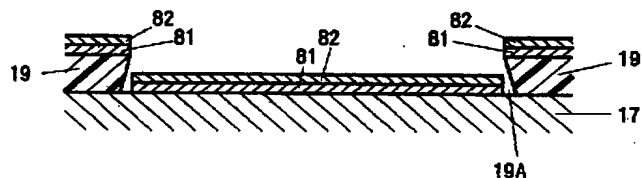
(74)代理人 弁理士 藤谷 修

(54)【発明の名称】 素子の電極及びその製造方法

(57)【要約】

【課題】素子の電極の透過率を向上させること。

【解決手段】コンタクト層17上に膜厚15Åの金(Au)から成る第1金属層81、膜厚60Åのコバルト(Co)から成る第2金属層82を順次形成し、熱処理によりコンタクト層17と第1金属層81と第2金属層82とを合金化する。これにより第1金属層81と第2金属層82の一部が反応し、膜厚が比較的厚い領域と、比較的薄いか全く形成されていない領域とが混在し、比較的厚い領域が略網目状に形成される。この結果、比較的厚い領域における横方向の電流の拡散性を維持し、且つ、比較的薄いか全く形成されていない領域における透過率が向上し、全体として電極の透過率を向上させることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 素子の光の入力又は出力側に設けられた透光性を有する金属電極であって、

前記金属電極は、素子の電極形成面上において膜厚が比較的厚い領域と、比較的薄い領域が全く形成されていない領域とが混在し、比較的厚い領域が略網目状に連続して形成されたことを特徴とする素子の電極。

【請求項2】 素子の光の入力又は出力側に設けられた透光性を有する金属電極の製造方法であって、

素子の電極形成面上に第1金属及び第2金属を形成し、熱処理により前記第1金属と前記第2金属とを反応させ、反応生成物を凝集させることで、膜厚が比較的厚い領域と、比較的薄い領域が全く形成されていない領域とが混在し、比較的厚い領域を略網目状に連続して形成することを特徴とする素子の電極の製造方法。

【請求項3】 前記第1金属は貴金属の1つ又は複数より成ることを特徴とする請求項2に記載の素子の電極の製造方法。

【請求項4】 前記第2金属は、銀(Ag)、コバルト(Co)、クロム(Cr)、銅(Cu)、鉄(Fe)、ゲルマニウム(Ge)、インジウム(In)、マグネシウム(Mg)、マンガン(Mn)、ニッケル(Ni)、パラジウム(Pd)、白金(Pt)、スズ(Sn)、タンタル(Ta)、チタン(Ti)、バナジウム(V)、亜鉛(Zn)、ジルコニウム(Zr)のうちいずれか1つ又は複数より成ることを特徴とする請求項2に記載の素子の電極の製造方法。

【請求項5】 前記第1金属は金(Au)から成り、前記第2金属は銀(Ag)、コバルト(Co)、クロム(Cr)、銅(Cu)、鉄(Fe)、ゲルマニウム(Ge)、インジウム(In)、マグネシウム(Mg)、マンガン(Mn)、ニッケル(Ni)、パラジウム(Pd)、白金(Pt)、スズ(Sn)、タンタル(Ta)、チタン(Ti)、バナジウム(V)、亜鉛(Zn)、ジルコニウム(Zr)のうちいずれか1つ又は複数より成ることを特徴とする請求項2に記載の素子の電極の製造方法。

【請求項6】 前記第1及び第2金属の膜厚がそれぞれ5～200Åであることを特徴とする請求項2に記載の素子の電極の製造方法。

【請求項7】 素子の光の入力又は出力側に設けられた透光性を有する金属電極の製造方法であって、素子の電極形成面上に第1金属を粒状に形成する第1金属形成工程と、

前記第1金属及び前記電極形成面上に、粒状の前記第1金属を核として前記第1金属と異なる組成の第2金属を形成する第2金属形成工程とを備えたことを特徴とする素子の電極の製造方法。

【請求項8】 前記第1金属が金(Au)から成り、前記第2金属は銅(Cu)、インジウム(In)、マグネシウム(Mg)、マンガン(Mn)、鉛(Pb)、パラジウム(Pd)、スズ(Sn)、タンタル(Ta)、チタン(Ti)、バナジウム(V)、亜鉛(Zn)、ジルコニウム(Zr)のうちいずれか1つ又は複数より成る

ことを特徴とする請求項7に記載の素子の電極の製造方法。

【請求項9】 素子の光の入力又は出力側に設けられた透光性を有する金属電極の製造方法であって、

素子の電極形成面上に微粒子を分散し、該電極形成面上に該微粒子を吸着させる微粒子形成工程と、

前記電極形成面及び前記微粒子上に金属層を形成する金属層形成工程と、

前記微粒子を前記電極形成面上より除去する微粒子除去工程とを備えたことを特徴とする素子の電極の製造方法。

【請求項10】 前記金属層の膜厚は、前記微粒子の径以下であることを特徴とする請求項9に記載の発光素子の電極の製造方法。

【請求項11】 素子の光の入力又は出力側に設けられた透光性を有する金属電極の製造方法であって、

素子の電極形成面上に微粒子を分散し、該電極形成面上に該微粒子を固着させる微粒子形成工程と、

前記電極形成面及び前記微粒子上に、前記微粒子を核として金属層を形成する金属層形成工程とを備えたことを特徴とする素子の電極の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、発光素子又は受光素子の電極とその製造方法に関し、特に、素子の光の入力又は出力側に設けられた透光性金属電極とその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、光取り出し側に透光性を有する金属電極を設けた素子としては窒化ガリウム(GaN)系化合物半導体発光素子として例えば図8に示すものが開示されている(特開平6-314822号公報)。この発光素子では、サファイア基板1上にn型GaN系化合物半導体層2、p型GaN系化合物半導体層3が順次積層され、p型半導体層3の一部をエッチングにより除去してn型半導体層2を露出させ、n型半導体層2及びp型半導体層3上にそれぞれn型電極4及びp型電極5を形成している。p型電極5は、例えば膜厚0.03μmのNiを蒸着した後に、膜厚0.07μmのAuを蒸着し、熱アニーリングによりNiとAuとを合金化し、オーミック接触を得ると共に透光性に行っている。これによりp型電極5側からの光取り出しを可能としている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の場合を含め、透光性を有する金属電極においては、素子との密着性を考慮すれば、厚さは一般的に100Å程度必要となり、この厚さでは透光性を有するが透過率の低減が避けられず、発光量の向上が図れないという問題がある。

【0004】従って、本発明の目的は、上記課題に鑑

み、電極の透過率を向上させ、発光効率若しくは受光効率を向上させることである。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために、請求項1に記載の手段を採用することができる。この手段によると、素子の光の入力又は出力側に設けられた透光性を有する金属電極において、素子の電極形成面上に膜厚が比較的厚い領域と、比較的薄いか全く形成されていない領域とが混在し、比較的厚い領域が略網目状に連続して形成される。これにより、素子内ではわずかに電流の拡散があるので、略網目状の比較的厚い領域の間隔が十分に小さければ電極形成面上の全面に渡って電極を形成せずともほぼ素子の全面に渡って電流を流すことができ、比較的厚い領域間に形成される比較的薄い領域では、光の透過率が向上し、結果として電極全体での光の透過率を向上させることができる。

【0006】請求項2に記載の手段によると、素子の電極形成面上に第1金属及び第2金属を形成し、熱処理により第1金属と第2金属とを反応させ、反応生成物を適度に凝集させ、素子の光の入力又は出力側に設けられた透光性を有する金属電極を製造する。この場合の凝集とは、前記反応生成物の横方向のつながりが無くならない程度の凝集であり、熱処理の温度、時間、雰囲気等により制御できる。又、ここでいう第1金属及び第2金属の形成とは、それぞれの金属から成る層が形成されることの他に合金の状態でも同時に形成されることも含まれる。これにより、電極形成面上に比較的厚い領域と、比較的薄いか全く形成されていない領域とが混在し、比較的厚い領域を略網目状に連続して形成することができる。この連続した略網目により電流を素子に注入して一様な面発光が得られると共に、比較的薄い領域における光の透過率が向上し、電極全体での透過率が向上した素子を得ることができる。

【0007】請求項3に記載の手段によれば、第1金属が貴金属の1つ又は複数より構成されることにより、金属電極が所望の略網目状に形成される。

【0008】請求項4に記載の手段によると、第2金属を、銀(Ag)、コバルト(Co)、クロム(Cr)、銅(Cu)、鉄(Fe)、ゲルマニウム(Ge)、インジウム(In)、マグネシウム(Mg)、マンガン(Mn)、ニッケル(Ni)、パラジウム(Pd)、白金(Pt)、スズ(Sn)、タンタル(Ta)、チタン(Ti)、バナジウム(V)、亜鉛(Zn)、ジルコニウム(Zr)のうちいずれか1つ又は複数より構成する。これにより、比較的薄いか全く形成されていない領域を良好に形成できる。

【0009】請求項5に記載の手段によると、第1金属を金(Au)で構成し、第2金属を請求項4に記載の金属とすることで、金(Au)と他の金属を固溶させ、固溶体を良好に凝集して比較的厚い領域と、比較的薄いか全く形成されていない領域を所望形状に形成できる。

【0010】第1及び第2金属の膜厚は200Åを超え

ると透過率が低下し、5Å未満では密着性が低下するので、請求項6に記載の手段の如く第1及び第2金属の膜厚をそれぞれ5~200Åとすることで透過率を確保し、密着性を向上できる。

【0011】請求項7に記載の手段によると、第1金属形成工程により素子の電極形成面上に第1金属を粒状に形成し、続いて第2金属形成工程により第1金属及び電極形成面上に、第1金属と異なる組成の第2金属を形成する。これにより、粒状に形成された第1金属を核として第2金属が横方向に成長し、略網目状に連続した比較的厚い部分と、核と核との間に第2金属が全く存在しない或いは薄く張られた部分とが形成され、第2金属が全く存在しない或いは薄く張られた部分における透過率が向上し、請求項2に記載の手段と同等の効果を得ることができる。

【0012】請求項8に記載の手段によると、第1金属が金(Au)から成るとき、第2金属を銅(Cu)、インジウム(In)、マグネシウム(Mg)、マンガン(Mn)、鉛(Pb)、パラジウム(Pd)、スズ(Sn)、タンタル(Ta)、チタン(Ti)、バナジウム(V)、亜鉛(Zn)、ジルコニウム(Zr)のうちいずれか1つ又は複数で構成する。これにより、第1金属を核として第2金属をより良好に薄膜形成することができる。

【0013】請求項9に記載の手段によると、微粒子形成工程により素子の電極形成面上に微粒子を分散し、電極形成面上に微粒子を吸着させ、金属層形成工程により電極形成面及び微粒子上に金属層を形成する。そして、微粒子除去工程により電極形成面上より微粒子を除去する。これにより、微粒子が除去された部分では電極形成面が露出される、即ち金属が形成されていないため、金属層を略網目状に形成することができ、電極形成面が露出した部分における透過率が向上し、請求項2に記載の手段と同等の効果を得ることができる。

【0014】請求項10に記載の手段によると、金属層の膜厚を微粒子の径以下とすることにより、微粒子をより良好に除去できる。

【0015】請求項11に記載の手段によると、微粒子形成工程により素子の電極形成面上に微粒子を分散し、電極形成面に微粒子を固着させる。尚、ここでいう微粒子の固着とは、例えば電極形成面に微粒子の一部分が埋め込まれるように、容易には微粒子を除去できない状況のことをいう。そして、金属層形成工程により電極形成面及び微粒子上に金属層を形成し、微粒子を核として金属層を薄膜形成する。これにより、核と核とを連続して略網目状に形成された部分と、それらの間に金属層が全く存在しない或いは薄く張られた部分とが形成され、金属層が全く存在しない或いは薄く張られた部分における透過率が向上し、請求項2に記載の手段と同等の効果を得ることができる。

【0016】

【発明の実施の形態】

(第1実施例) 以下、本発明を具体的な実施例に基づいて説明する。図1は、サファイア基板11上に形成されたGaN系化合物半導体で形成された発光素子100の模式的な断面構成図である。サファイア基板11の上にはAlNから成る膜厚約25nmのバッファ層12が設けられ、その上にシリコン(Si)ドープのGaNから成る膜厚約4.0μmの高キャリア濃度n⁺層13が形成されている。この高キャリア濃度n⁺層13の上にシリコン(Si)ドープのn型GaNから成る膜厚約0.5μmのクラッド層14が形成されている。

【0017】そして、クラッド層14の上に膜厚約35ÅのGa_{0.20}Ga_{0.80}Nから成る井戸層152と膜厚約35ÅのIn_{0.20}Ga_{0.80}Nから成る井戸層152で構成された多重量子井戸構造(MQW)の発光層15が交互に積層形成されている。バリア層151は6層、井戸層152は5層である。発光層15の上にはp型Al_{0.15}Ga_{0.85}Nから成る膜厚約50nmのクラッド層16が形成されている。さらに、クラッド層16の上にはp型Ga_{0.20}Ga_{0.80}Nから成る膜厚約100nmのコンタクト層17が形成されている。

【0018】又、コンタクト層17の上には金属蒸着による透光性の電極18Aが、n⁺層13上には電極18Bが形成されている。透光性の電極18Aは、コンタクト層17に接合する膜厚15Åの金(Au)と、金(Au)に接合する膜厚60Åのコバルト(Co)などの後述の金属元素とで構成されている。電極18Bは膜厚200Åのパナジウム(V)と膜厚1.8μmのアルミニウム(Al)又はアルミニウム合金で構成されている。

【0019】次に、この発光素子100の製造方法について説明する。上記発光素子100は、有機金属気相成長法(以下MOVPEと略す)による気相成長により製造された。用いられたガスは、アンモニア(NH₃)、キャリアガス(H₂, N₂)、トリメチルガリウム(Ga(CH₃)₃) (以下「TMG」と記す)、トリメチルアルミニウム(Al(CH₃)₃) (以下「TMA」と記す)、トリメチルインジウム(In(CH₃)₃) (以下「TMI」と記す)、シラン(SiH₄)とシクロペンタジエニルマグネシウム(Mg(C₅H₅)₂) (以下「CP2Mg」と記す)である。

【0020】まず、有機洗浄及び熱処理により洗浄したa面を主面とした単結晶のサファイア基板11をMOVPE装置の反応室に載置されたサセプタに装着する。次に、常圧でH₂を流速2liter/分で約30分間反応室に流しながら温度1100℃でサファイア基板11をベーキングした。

【0021】次に、温度を400℃まで低下させて、H₂を20liter/分、NH₃を10liter/分、TMAを1.8×10⁻⁵モル/分で供給してAlNのバッファ層12を約25nmの膜厚に形成した。次に、サファイア基板11の温度を1150℃に保持し、H₂を20liter/分、NH₃を10liter/分、TMGを1.7×10⁻⁴モル/分、H₂ガス

により0.86ppmに希釈されたシランを20×10⁻⁸モル/分で供給し、膜厚約4.0μm、電子濃度2×10¹⁸/cm³、シリコン濃度4×10¹⁸/cm³のGa_{0.20}Ga_{0.80}Nから成る高キャリア濃度n⁺層13を形成した。

【0022】次に、サファイア基板11の温度を1150℃に保持し、N₂又はH₂を10liter/分、NH₃を10liter/分、TMGを1.12×10⁻⁴モル/分、TMAを0.47×10⁻⁴モル/分、H₂ガスにより0.86ppmに希釈されたシランを5×10⁻⁹モル/分で供給して、膜厚約0.5μm、電子濃度1×10¹⁸/cm³、シリコン濃度2×10¹⁸/cm³のGa_{0.20}Ga_{0.80}Nから成るクラッド層14を形成した。

【0023】上記のクラッド層14を形成した後、続いて、N₂又はH₂を20liter/分、NH₃を10liter/分、TMGを2.0×10⁻⁴モル/分で供給して、膜厚約35ÅのGa_{0.20}Ga_{0.80}Nから成るバリア層151を形成した。次に、N₂又はH₂、NH₃の供給量を一定として、TMGを7.2×10⁻⁵モル/分、TMIを0.19×10⁻⁴モル/分で供給して、膜厚約35ÅのIn_{0.20}Ga_{0.80}Nから成る井戸層152を形成した。さらに、バリア層151と井戸層152を同一条件で5周期形成し、その上にGa_{0.20}Ga_{0.80}Nから成るバリア層151を形成した。このようにして5周期のMQW構造の発光層15を形成した。

【0024】次に、サファイア基板11の温度を1100℃に保持し、N₂又はH₂を10liter/分、NH₃を10liter/分、TMGを1.0×10⁻⁴モル/分、TMAを1.0×10⁻⁴モル/分、CP2Mgを2×10⁻⁵モル/分で供給して、膜厚約50nm、マグネシウム(Mg)濃度5×10¹⁹/cm³のマグネシウム(Mg)をドープしたp型Al_{0.15}Ga_{0.85}Nから成るクラッド層16を形成した。

【0025】次に、サファイア基板11の温度を1100℃に保持し、N₂又はH₂を20liter/分、NH₃を10liter/分、TMGを1.12×10⁻⁴モル/分、CP2Mgを2×10⁻⁵モル/分で供給して、膜厚約100nm、マグネシウム(Mg)濃度5×10¹⁹/cm³のマグネシウム(Mg)をドープしたp型Ga_{0.20}Ga_{0.80}Nから成るコンタクト層17を形成した。

【0026】次に、コンタクト層17の上にエッチングマスクを形成し、所定領域のマスクを除去して、マスクで覆われていない部分のコンタクト層17、クラッド層16、発光層15、クラッド層14、n⁺層13の一部を塩素を含むガスによる反応性イオンエッチングによりエッチングして、n⁺層13の表面を露出させた。次に、以下の手順で、n⁺層13に対する電極18Bとコンタクト層17に対する透光性の電極18Aを形成した。

【0027】(1) フォトリソストを塗布し、フォトリソグラフィによりn⁺層13の露出面上の所定領域に窓を形成して、10⁻⁶Torrオーダ以下の高真空中に排気した後、膜厚200Åのパナジウム(V)と膜厚1.8μmの

アルミニウム(Al)を蒸着した。次に、フォトレジストを除去する。これにより n^+ 層13の露出面上に電極18Bが形成される。

(2) 次に、表面上にフォトレジスト19を一樣に塗布して、フォトリソグラフィにより、コンタクト層17の上の電極形成部分のフォトレジスト19を除去して、図2に示すように窓部19Aを形成する。

(3) 蒸着装置にて、フォトレジスト19及び露出させたコンタクト層17上に、 10^{-6} Torrオーダ以下の高真空中に排気した後、膜厚15Åの金(Au)を成膜させて、図2に示すように、第1金属層81を形成する。

(4) 続いて、第1金属層81の上に膜厚60Åのコバルト(Co)を成膜させて、図2に示すように、第2金属層82を形成する。

(5) 次に、試料を蒸着装置から取り出し、リフトオフ法によりフォトレジスト19上に堆積したAuとCoとを除去し、コンタクト層17に対する透光性の電極18Aを形成する。

(6) 次に、透光性の電極18A上の一部にボンディング用の電極パッド20を形成するために、フォトレジストを一樣に塗布して、その電極パッド20の形成部分のフォトレジストに窓を開ける。次に、コバルト(Co)もしくはニッケル(Ni)と金(Au)、アルミニウム(Al)、又は、それらの合金を膜厚1.5 μ m程度に、蒸着により成膜させ、(5)の工程と同様に、リフトオフ法により、フォトレジスト上に蒸着により堆積したCoもしくはNiとAu、Al、又はそれらの合金から成る膜を除去して、電極パッド20を形成する。

(7) その後、試料雰囲気真空ポンプで排気し、 O_2 ガスを供給して圧力3Paとし、その状態で雰囲気温度を約50℃にして、3分程度、加熱し、コンタクト層17、クラッド層16をp型低抵抗化すると共にコンタクト層17と第1金属層81と第2金属層82との合金化処理、電極18Bと n^+ 層13との合金化処理を行った。

【0028】この熱処理によりAuから成る第1金属層81とCoから成る第2金属層82の一部が反応し、平面視で比較的厚い部分が略網目状に連続した金属層が得られる。この状態の模式的な断面構成を図3に、走査型電子顕微鏡(SEM)による表面写真を図7に示す。コンタクト層17上に略網目状に凝集した反応生成物83が形成され、各反応生成物83間には第2金属層82が形成されている。図7において、黒い部分がGa N のコンタクト層17の地肌又は極めて薄く形成された第2金属層82を示し、白い部分即ち反応生成物83が略網目状に形成されている。これにより、黒い部分における透過率が向上し、発光量を増加させることができる。尚、反応生成物83が請求項でいう比較的厚い領域に相当し、反応生成物83間に形成された第2金属層82が比較的薄い金属層の全く形成されていない領域に相当する。

【0029】本実施例では、Auから成る第1金属層81

上にCoから成る第2金属層82を形成する構成としたが、上下を入れ換えて形成してもよい。又、本実施例では第1金属層81をAuで構成したが、この他に銀(Ag)、パラジウム(Pd)などの貴金属を用いることで、適当な反応生成物を得ることができる。又、本実施例では、第2金属層82をCoで構成したが、この他に銀(Ag)、コバルト(Co)、クロム(Cr)、銅(Cu)、鉄(Fe)、ゲルマニウム(Ge)、インジウム(In)、マグネシウム(Mg)、マンガン(Mn)、ニッケル(Ni)、パラジウム(Pd)、白金(Pt)、スズ(Sn)、タンタル(Ta)、チタン(Ti)、バナジウム(V)、亜鉛(Zn)、ジルコニウム(Zr)などの1種又は複数種が利用可能である。特に、これら金属は第1金属層81がAuであるとき効果的である。又、本実施例では、電極18Aを2層構造としたが、上記材料を用いて3層以上の構造としてもよい。又、本実施例では、合金化処理温度を約500℃としたが、1000℃以下の範囲で利用可能である。

【0030】発光素子100の発光層15はMQW構造としたが、SQWやIn $_{0.2}$ Ga $_{0.8}$ N等から成る単層、その他、任意の混晶比の4元、3元系のAlInGa N としても良い。又、p型不純物としてMgを用いたがベリリウム(Be)、亜鉛(Zn)等の2族元素を用いることができる。又、第1金属層81と第2金属層82とを合わせた透光性電極18Aの膜厚は、それぞれ5~200Åの膜厚に形成されていればよいが、透光性を得るために200Å以下の範囲内にあることが望ましく、密着性と透光性及び電極抵抗の面から40~200Åの範囲内にあることがより好ましい。

【0031】(第2実施例)上記第1実施例では、Auから成る第1金属層81とCoから成る第2金属層82とを形成した後に、合金化処理により略網目状の反応生成物83と薄膜化したCoとを混在形成する構成としたが、第2実施例では第1金属810を粒状に形成し、その粒状の第1金属810を核として第2金属820を薄膜形成する点に特徴がある。コンタクト層17上にフォトレジスト19を形成し、フォトリソグラフィにより窓部19Aを形成するところまでは第1実施例と同様である。以下、図4を用いて第2実施例の電極形成方法を説明する。

【0032】まず、蒸着装置にてフォトレジスト19及び露出させたコンタクト層17上に 10^{-6} Torrオーダ以下の高真空中に排気した後、金(Au)を僅かに蒸着し、島状に第1金属810を形成する。ここで、島状に金属を形成するための手段として、例えば金属成膜時の基板温度を上げる、蒸着源の持つエネルギーを上げる等がある。続いて、第1金属810及びコンタクト層17上に鉛(Pb)を成膜させて、第2金属820を形成する。この場合、試料に到達したPb蒸着粒子はAuと結合しやすいため、試料表面をマイグレーションし、島状に形成されたAuを核として成長していく。次に、試料を蒸着装置から取り出し、リフトオフ法によりフォトレジスト19上に堆積し

たPbとAuとを除去し、コンタクト層17に対する透光性の電極18Aを形成する。ボンディング用の電極パッドの形成以降については第1実施例と同様である。

【0033】これにより、粒状に形成された第1金属810を核として第2金属820が横方向に成長し、第1金属810間に薄膜形成される。よって、第2金属820における透過率が向上し、第1実施例と同様に透光性の優れた電極を得ることができる。尚、本実施例では、第1金属810を金(Au)で構成したが、銀(Ag)、パラジウム(Pd)などの貴金属を用いてもよい。又、第1金属810が金(Au)から成る場合には、第2金属820は鉛(Pb)の他に、インジウム(In)、マグネシウム(Mg)、マンガン(Mn)、銅(Cu)、パラジウム(Pd)、スズ(Sn)、タンタル(Ta)、チタン(Ti)、バナジウム(V)、亜鉛(Zn)、ジルコニウム(Zr)のうちいずれか1つ又は複数の利用が可能である。又、本実施例では、金(Au)を僅かに蒸着することで、第1金属810を粒状に形成する構成としたが、エッチング等の方法で第1金属810を粒状に形成してもよく、その場合には貴金属以外の金属を第1金属810に用いることが可能である。又、第1金属810に貴金属を用いる場合には、第1金属810を形成した後に熱処理により貴金属の表面エネルギーを利用して粒状に形成することが可能である。

【0034】(第3実施例)本実施例の特徴は、電極形成面上に吸着された微粒子上に金属層を形成し、その後微粒子を除去することで電極の透過率を向上させようとするものである。窓部19Aを形成するところまでは第1実施例と同様であり、以下、図5を用いて電極形成方法を説明する。

【0035】まず、露出したコンタクト層17及びフォトリソレジスト19上に、粒径がミクロンオーダー以下のSiO₂から成る微粒子84を分散し、それら微粒子84をコンタクト層17の露出面上に吸着させる。続いて、蒸着装置にて10⁻⁶Torrオーダ以下の高真空中に排気した後、全面に金(Au)から成る金属層85を膜厚100 Åに成膜させる。図5(a)はこの状態を示した模式的断面図である。次に、試料を蒸着装置から取り出し、リフトオフ法によりフォトリソレジスト19上に堆積した微粒子84とAuとを除去し、超音波によりコンタクト層17上に吸着された微粒子84を除去する。コンタクト層17上の微粒子84が除去された状態を図5(b)に模式的断面図として示す。このようにしてコンタクト層17に対する透光性の電極18Aを形成する。ボンディング用の電極パッドの形成以降については第1実施例と同様である。

【0036】このようにして得られた電極18Aは、平面上に一様に張られた略網目状の金属層85が形成され、微粒子84の除去によりコンタクト層17の露出した多数の窓86を有しているので透過率が向上し、第1実施例と同等の効果をj得ることができる。又、本実施例では金属層85を単層構造としたが、トータルの膜厚が

粒径以下であれば多層構造としてもよい。又、本実施例では微粒子84の材質をSiO₂としたが、ミクロン或いはサブミクロンオーダーの微粒子であればよく、金属、セラミック、焼成クレーなどを用いてよい。又、微粒子84をコンタクト層17に吸着させる方法としては、一般的な静電引力等を用いることができ、微粒子除去工程としては超音波、圧縮エアブロー或いはエッチング等がある。

【0037】(第4実施例)上記第3実施例ではコンタクト層17上に吸着した微粒子84を除去する構成としたが、本実施例では微粒子84を除去せずに残存させた点に特徴がある。以下、図6を用いて電極形成方法を説明する。

【0038】まず、露出したコンタクト層17上に粒径がミクロンオーダーのSiO₂から成る微粒子84を分散し、ラップ盤などを用いて微粒子84を押圧することによりコンタクト層17の露出面上にそれら微粒子85の一部分を埋め込んで固着させる。この後に、窓部19Aを形成する。続いて、蒸着装置にて10⁻⁶Torrオーダ以下の高真空中に排気した後、全面に金(Au)から成る金属層85を膜厚100 Åに成膜させる。この状態を示した模式的断面図が図6である。次に、試料を蒸着装置から取り出し、リフトオフ法によりフォトリソレジスト19上に堆積した微粒子84とAuとを除去し、コンタクト層17に対する透光性の電極18Aを形成する。ボンディング用の電極パッドの形成以降については第1実施例と同様である。

【0039】このようにして電極18Aを形成することにより、金属層85が微粒子84を核として横方向に成長し、隣接する微粒子84から伸びた金属と接続するように形成される。よって、微粒子84付近が厚く、微粒子84間が薄いか金属が形成されていない。これより金属層85を略網目状に形成でき、この金属層85において良好な透過率が得られ、第1実施例と同等の効果が得られる。又、本実施例では金属層85を単層構造としたが、多層構造としてもよい。又、微粒子84は、SiO₂の他には金属、セラミック、焼成クレー、ダイヤモンド粉などが利用可能である。

【0040】又、上記第3及び第4実施例では金属層85の材質をAuとしたが、全ての種類の金属が適用可能である。又、上記第3及び第4実施例では微粒子84の粒径をミクロンオーダーとしたが、サブミクロンオーダーでもよい。

【0041】又、上記の第1～第4実施例以外の製造方法としては、フォトリソレジストを全面に一様に塗布して、フォトリソグラフィによりコンタクト層17上の電極形成部分にフォトリソレジストを径が1 μm以下の粒状に形成し、このフォトリソレジスト上に金属層を形成する方法などがある。金属層の形成後、フォトリソレジスト及びフォトリソレジスト上に蒸着により堆積した金属層を除去することで

多数の窓が形成され、厚い部分が平面上略網目状に連続した金属層を形成することができ、上記各実施例と同等の効果をを得ることができる。又、上記各実施例では、Ga N 系化合物半導体発光素子について述べたが、本発明はこれに限定されるものではなく、透光性の金属電極を有する他の素子についても適用できる。又、本発明はLEDやLDの発光素子に利用可能であると共に受光素子にも利用することができる。

【0042】上記に示されるように、本発明によれば、半導体層の電極形成面上に金属から成る比較的厚い領域と、比較的薄い或全く形成されていない領域とが混在し、比較的厚い領域が略網目状に連続して設けられることにより、比較的薄い或全く形成されていない領域における透過率が向上し、電極側からの発光量及び受光量を増加させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例の発光素子の断面構成を示した模式図。

【図2】本発明の実施例の製造方法に係わる発光素子の電極の断面構成を示した模式図。

【図3】本発明の第1実施例に係わる熱処理後の電極の断面構成を示した模式図。

【図4】本発明の第2実施例に係わる電極の断面構成を

示した模式図。

【図5】本発明の第3実施例に係わる電極の断面構成を示した模式図。

【図6】本発明の第4実施例に係わる電極の断面構成を示した模式図。

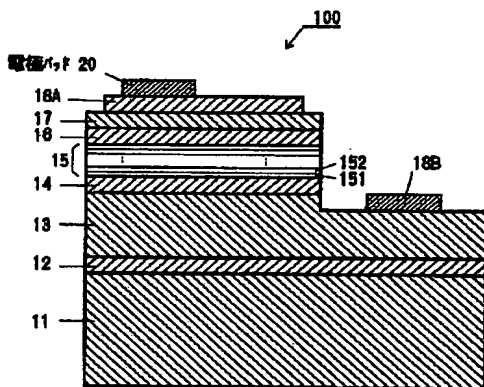
【図7】本発明の第1実施例に係わる電極の表面組織を示した走査型電子顕微鏡写真図。

【図8】従来の発光素子の断面構成を示した模式図。

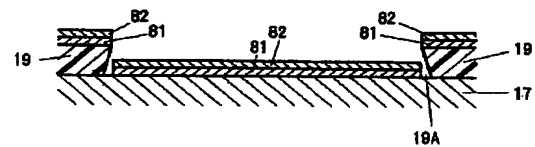
【符号の説明】

11	サファイア基板
12	バッファ層
13	高キャリア濃度n ⁺ 層
14、16	クラッド層
15	発光層
17	コンタクト層
18A、18B	電極
81	第1金属層
82	第2金属層
83	反応生成物
84	微粒子
85	金属層
100	発光素子

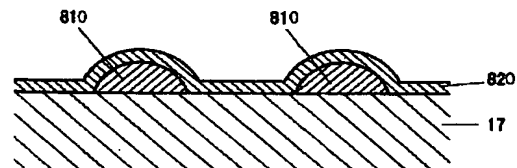
【図1】



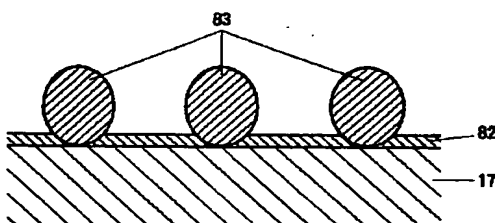
【図2】



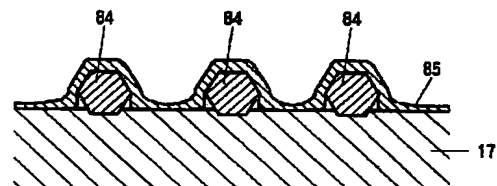
【図4】



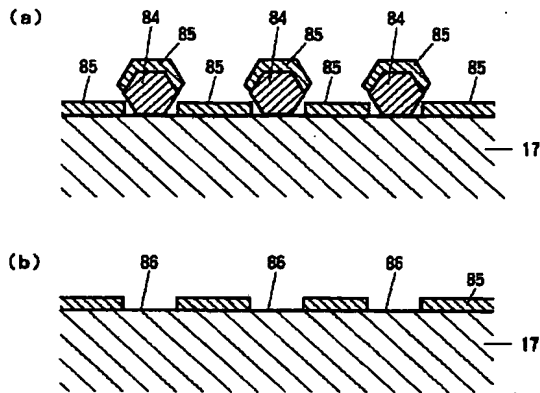
【図3】



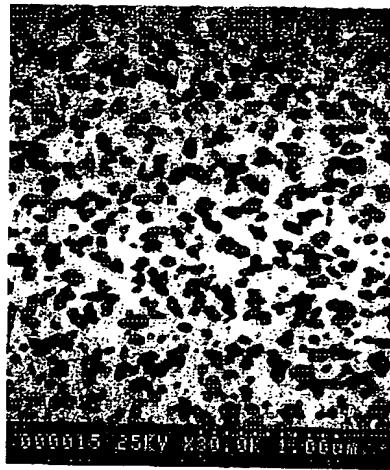
【図6】



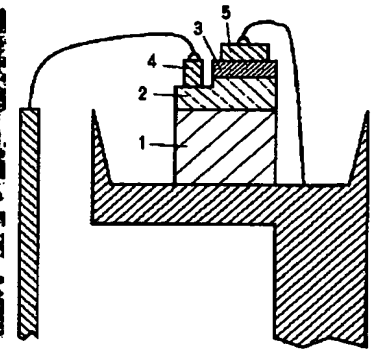
【図5】



【図7】



【図8】



BEST AVAILABLE COPY